

A gyökértányér – mint mikroélőhely – szerepe a természetközeli erdőgazdálkodásban

A természetes erdők jellegzetes szerkezeti elemeit, a széldöntés hatására keletkező gyökerestől kifordult fatörzseket és a gyökértányérokat korábban csupán közlekedést akadályozó tényezőnek, baleseti forrásnak, illetve gazdasági veszteségnek tekintették és eltávolították az állományból. A természetközeli erdőgazdálkodási szemlélet előtérbe kerülésével világszerte számos vizsgálatot végeztek a gyökértányérok széldöntés utáni felújulásában betöltött szerepének tisztázására. A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a gyökértányérok jelentős szerepet töltenek be az erdők biodiverzitásának fenntartásában, ezért célszerű érintetlenül hagyni ezeket a széldöntési területen. A következő irodalmi áttekintésnek elsődleges célja, hogy felhívja a figyelmet a gyökértányér – mint mikroélőhely – jelentőségére az erdőállományok stabilitásának és fajgazdagságának megőrzése szempontjából.

Bevezetés

A közép-európai lombos erdők térségében a szél a természetes erdődinamika egyik fő motorja. A szél általi bolygatásnak jelentős szerepe van az erdők fajgazdagságának fenntartásában, a bolygatott és bolygatatlan területek egyidejű, mozaikos előfordulása nagyban hozzájárul az erdő élővilágának gazdagodásához. A szél hatására kialakuló lékekben nagy mennyiségű holtfa keletkezik, derékba tört fatörzsek, illetve gyökerestől kifordult fák találhatók, melyek sajátos mikrostruktúrát hoznak létre. Az így kialakult mikroélőhelyek, mint a gyökértányér is, fontos szerepet játszanak az erdőállomány felújulásában, valamint a természetes erdei ökoszisztéma egyensúlyának fenntartásában.

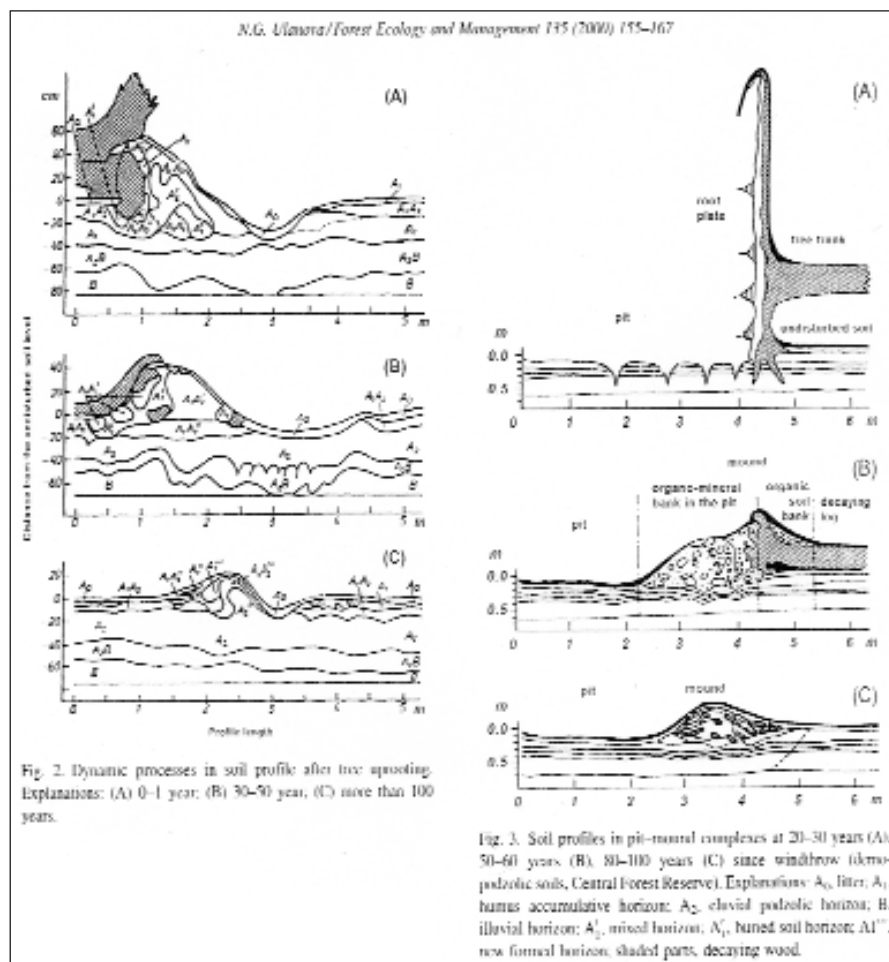
A gyökértányér által létrehozott mikroökológiai viszonyok

A széldöntést követően a gyökerestől kidőlt fák hatására speciális mikroökológiai viszonyok alakulnak ki a lékben. Legszembetűnőbb a mikrodomborzati

változás, amely a gyökértányér-komplexum kialakulásával jön létre. Ez tulajdonképpen két részből áll, a földből kiszakadt gyökértányérből, mely függőleges dombot képez, illetve az ennek helyén létrejött mélyedésből, a gödörből, melynek mélysége elsősorban az adott fajtól függ. A gyökértányér-komplexum kialakulásával a talaj fizikai és kémiai tulajdonságai szintén megváltoznak. A gyökerek kifordulásával a talajszerkezet lazább lesz, az eredeti talajrétegek összekeverednek, miután a legfelső talajréteg behull a gödörbe, a gyökerekkel pedig ásványi talaj kerül a felszínre. A lékbe bejutó nagy mennyiségű fény hatására megnövekvő talajhőmérséklet és fokozódó biológiai aktivitás, valamint a párologtatás csökkenése kö-

vetkezében megnövekedett nedvességtartalom hatására jelentősen megváltoznak a talajtulajdonságok is. A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a gyökértányér mikroklíma szempontjából is eltér környezetétől. Több, kis felületen érvényesülő mikroklímatis hatás jellemzi, így pl. az alsó, illetve felső része között különbség van (Scherzinger, 1996).

A gyökértányér-komplexum sajátos, foltszerű mikrotopográfiai rendszere évtizedekig, sőt évszázadokig is megmarad, ezáltal nagymértékben meghatározza az erdő növényzetének mintázatát. A gyökérzet mintegy 50-200 év alatt bomlik le, míg a gödör és a szerves ásványi anyagú domb akár 300-500 évig is megmaradhat. A talajszerkezet-



2. ábra: A talaj rétegzettségének változása az idő függvényében a széldöntést követően (Ulanova, 2000) A - 0-1 év, B - 30-50 év, C - több mint 100 év

3. ábra: A gyökértányér-komplexum változása az idő függvényében (Ulanova, 2000). A - 20-30 év múlva, B - 50-60 év múlva, C - 80-100 év múlva

* doktorandusz

ben bekövetkezett változások is mélyrehatóak, sekély gödör esetén a talajállapot 100-200 év múlva, míg mélyebb gödör esetén 200-300 év elteltével válik hasonlóvá a bolygatástól mentes talajéhoz (Ulanova, 2000).

A fák gyökerestől való kifordulásának hatására létrejövő talajszerkezeti változást, illetve a gyökértányér-komplexum (domb és gödör) szerkezetét a 2-3. ábrák szemléltetik. Az ábrákon jól látható, hogy az idő előrehaladtával hogyan töltődik fel a gödör az elkorhadó gyökértányérból kihulló talaj és szerves anyag révén, és változik meg ezáltal a mikrodomborzat.

A gyökértányér hatása az erdő élővilágára

Flóra

A gyökértányérok kialakulása során létrejött mikrokörnyezeti változások jelentősége abban rejlik, hogy számos speciális ökológiai igényű növény-, illetve állatfaj megtelepedését teszik lehetővé, melyek a zárt erdőállományban nem találják meg életfeltételeiket. Olyan ritka fajok is megjelennek, melyek a nyílt területekhez, illetve a fás állományhoz egyaránt kötődnek (Scherzinger, 1996).

A lékben megjelenő újulat összetétele a magbankban található magvak típusától, a szél és az állatok által a területre hordott magvak arányától, illetve a környező erdőállomány fajösszetételétől nagymértékben függ. A vizsgálatok eredményei azonban azt mutatják, hogy a megtelepedő növényzet összetételét, illetve mintázatát a gyökértányérok jelenléte döntően befolyásolja. A gyökerestől kifordult fatörzsek mikroökológiai hatása jóval nagyobb, mint a derékba tört törzseké, miután a lábán álló csonkok esetében a talajszerkezet nem változik (Schaeztl et al., 1989).

A megtelepedő növényzet összetétele tehát nagymértékben attól függ, hogy a széldöntést követően a holt faanyagot érintetlenül hagyják, illetve eltávolítják a területről. A terület kitisztítása során bekövetkező mechanikai talajbolygatás ideális feltételeket teremt a talajban lévő csírázóképes termések, ill. magvak, valamint a szél, illetve az állatok által odaszállított magvak megtelepedésére. Ebben az esetben kezdetben a vágásterületekre jellemző növénytársulás alakul ki, bolygatásjelző fajok jelennek meg. A nyílt talajfelszínen lehetőség nyílik a gyengébb versenyképességű fajok megtelepedésére. Később ezt követi az előerdő-fázis, melyben pionír fa- és cserjefajok dominálnak, majd legvé-

gül megjelennek az eredeti erdőállományra jellemző fa- és cserjefajok. Amennyiben érintetlenül hagyják a területet, a fajkészlet csupán kismértékben változik. Az addig elnyomott fiatal facsemeték, illetve magoncok fejlődésnek indulnak, ezek képezik az újulatot. Ebben az esetben vágásnövényzet, illetve előerdő csak a gyökértányér közvetlen közelében, kis felületen jön létre. A holt fa eltávolításával járó mechanikai talajbolygatás a talajban élő mikorrhizagombák mennyiségére is kihatással van. Az érintetlenül hagyott területen jelentősen nagyobb a arányban fordulnak elő mikorrhiza-gombák, mint a kitisztított területen, illetve az erdőállomány talajában. Miután ezek közvetlenül elősegítik a fás növények felújulását, ezzel nagymértékben hozzájárulva a növényzet gyors megtelepedéséhez, az érintetlenül hagyott területeken a fajok megtelepedése jóval gyorsabb (Fischer, 2002).

A bajor erdőben elegyes állományban (*Picea abies*, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*) 800-1400 m tengerszint feletti magasságban vizsgálták a széldöntésnek a mohafajok diverzitására való hatását. A keletkezett lékben feltűnően nagy volt a *Sphagnum*-fajok gyakorisága, ami a talaj láposodásával magyarázható, miután a széldöntés következtében csökkent a párologtatás. A bolygatott területen több fajt találtak, mint a zárt erdőállományban. A kitisztított, illetve az érintetlenül hagyott területen előforduló mohafajok számának és borítási arányának összehasonlításából kiderült, hogy az érintetlenül hagyott területen a fajok száma és borítása egyaránt nagyobb volt, mint a kitisztított területen. A gyökértányér-komplexum esetében a domb alján a borítottság jóval alacsonyabb (7-24%)

volt, mint a domb tetején, illetve a gödörben (38-58%) (Palisaar és Poschblod, 2001). Fischer (2002) megfigyeléseivel megegyezően a kitisztított területen sűrű lágyszárú aljnövényzetet találtak, és a koronaszintben a nyír (*Betula pendula*) jelent meg, míg az érintetlenül hagyott területen alig volt lágyszárú aljnövényzet, és a lucfenyő (*Picea abies*) dominált. Ez utóbbi területen a gyökértányér-komplexum hatására mozaikszerűen alakult a növényzet mintázata. A kitisztított területre ez nem volt jellemző, miután itt a kifordult gyökértányérok a törzs eltávolítása után visszahelyezték a gödörbe.

A vizsgálati eredmények alapján a gyökértányér-komplexum egyes részei akár külön mikroélőhelynek is tekinthetők, miután a gödörben, illetve a dombon megtelepedő növényzet összetétele is jelentős eltéréseket mutat. Észak-amerikai természetserű erdőben (*Fagus grandifolia*) a széldöntés után közvetlenül, majd 4 év elteltével vizsgálták meg a gyökértányérok hatását. A gyökértányér dombján és a környező bolygatatlan talajfelszínen a magoncok egyedsűrűsége, a borítottság, valamint a fajgazdagság nagyobb volt, mint a gödörben és ez az arány 4 év elteltével sem változott. Az eredmények azt mutatják, hogy a mikroélőhelyek jelenléte jelentősen megnövelte az erdőállomány fajgazdagságát, olyan növényfajok jelentek meg, melyek a környező állományban nem fordultak elő. A sásfajok (*Carex* sp.) leggyakrabban a gyökértányér dombján fordultak elő, ezzel szemben a pajzsika (*Dryopteris intermedia*) kizárólag a gödörben telepedett meg. Jól megfigyelhető volt, hogy a fajok egy része egy bizonyos mikroélőhelyhez kötődik, és kizárólag a gyökértányér dombján, vagy csak a gödörben telepszik meg. Ennek magyarázata az lehet, hogy



Fotó: Pápai G.



Fotó: Pápai G.

számos faj esetében a gödörben lévő avar gátló hatása érvényesült. A fajgazdagság és a borítottság ugyanis nagymértékben függ a talajt borító avartakaró vastagságától (Peterson és Campbell, 1993). Schaetzl et al. (1989) több szerző véleményét összefoglalva az előzőkkel megegyezően megállapítja, hogy a gyökértányér dombja kedvező csírázási feltételeket teremt a fajok számára, miután nincs gyökérikonkurrencia, vékony az avartakaró, a talaj levegős, nem tömörödött, magas a nyári talajhőmérséklet és nagy a talaj szervesanyag-tartalma. A gyökértányérra tapadt földben már eredetileg sok mag van. A dombon több faj telepszik meg, mint a gödörben. Kis felülete ellenére a magoncok 60%-a a dombon található, 37%-a a sík területen, míg csupán 3%-a a gödörben. Sok faj a gödör peremén csírázik, miután a gödörben nehezebben telepsznek meg a nedvesebb viszonyok, a vastag avarréteg, a talaj tömörödöttsége és a levegőztöttség hiánya miatt. A mohafajok elsősorban a gödör peremén és a holt fán telepsznek meg, míg a higrofil növények inkább a gödörben. Amennyiben megfelelő a vízelvezetés, a gödör a magasabb nedvességtartalom miatt kedvezőbb csírázási feltételeket biztosít. A megfigyelések szerint a nagy magvú fajok (bükk, juhar) könnyebben csíráznak a gödörben, a dombon könnyen a madarak, illetve a rágcsálók áldozatául esnek.

A gyökértányér-komplexum növényzettel való betelepülésének sebessége Ulanova (2000) szerint a bolygatottság mértékétől és a tápanyag-ellátottságtól függ. Tápanyagban gazdag, jó vízáteresztő képességű talajon a növényzet 10-20 év alatt éri el az eredetihez hasonló állapotot, míg tápanyagban szegény és tömörödött talajon ez a folyamat akár 80 évig is eltarthat.

Fauna

A szélöntési területen kialakuló új életfeltételek, a gyökértányérok jelenléte a növényekhez hasonlóan sok ritka állatfajnak jelent megtelepedési lehetőséget. Németországi vizsgálatok eredményei alapján a szélöntést követően érintetlenül hagyott terület állatfajokban is lényegesen gazdagabb, valamint magasabb az itt található állatgyedek száma, mint a kitisztított területen (Fischer, 2002). Scherzinger (1996) megállapítása szerint az érintetlenül hagyott területen elsősorban tipikus erdei állatfajok fordulnak elő, míg a kitisztított lékekben a környező nyílt területek jellemző fajai jelennek meg.

A gyökértányérok számos gerinctelen és gerinces állatfajnak adnak otthont. Németországi bükkösben, az élettelelnek látszó gyökértányérok csupasz vályogfalában számos ritka, illetve veszélyeztetett rovarfajt találtak. A vizsgálatok során 6 hét alatt összesen 2000 állategyedet (szúnyogok, legyek, darazsak, méhek, pókok, bogarak) fogtak. E nagy szám magyarázata, hogy a ritka bogárfajok többsége a holt gyökerekben találja meg a számára optimális életfeltételeket. A fán élősködő bogarak lárvái részben a szabadon álló, részben a rátapadt vályog által izolált korhadó gyökerekben képesek csak kifejlődni. Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy a száraz, illetve a nedves, korhadó faanyagban szintén más-más fajok telepednek meg (Schulz, 1998).

A hártványsszárnnyúak rendjébe tartozó fajok, mint a magányosan fészkelő kaparódarazsak (*Sphbecoidea*), a bányász-méhek (*Andrena*) és vadméhek számára is ideális élőhelynek bizonyulnak a száraz, napos helyen lévő, homokos gyökértányérok. E fajok megtelepedése azonban nem csupán a besugárzás mértékétől, ha-

nem a talajtípustól, illetve a rendelkezésre álló tápanyagforrásoktól is nagymértékben függ, pl. virágzó erdőszegélyek jelenléte. A gyökérzet helyén létrejött gödörben időszakosan összegyűlik a víz, melyben karmos vizibogarak (*Dryoptidea*) és tegzeslégylárvák (*Trychoptera*), kétéltűek, valamint unka-fajok (*Bombina* sp.) telepednek meg. A Bajor Erdő Nemzeti Parkban, természetes erdőben végzett vizsgálatok eredményei alapján a gyökértányérok tuskójában számos hangyabolyt találtak.

A gerinces állatok közül elsősorban kétéltűek, hullók, rágcsálók és madarak számára jelent megtelepedési lehetőséget a gyökértányér. A gyökértányéron található kisebb repedésekben a rovarokkal, földigilisztával táplálkozó foltos szalamandra (*Salamandra salamandra*) és más kétéltűek telelnek át (Schulz, 1998).

Több szerző megfigyelései alapján a kidőlt fák és gyökértányérok jelenléte jelentősen befolyásolja a rágcsálók mozgását, az állatok előszeretettel használják ezeket fészkek építésére, illetve közlekedésre. Lengyelországi vizsgálatok alapján a sárganyakú erdeieger (*Apodemus flavicollis*) és az erdei pocok (*Clethrionomys glareolus*) kedvelt közlekedési útvonala a kidőlt törzsek és gyökértányérok mentén található.

A madarak közül a védett ökörszem (*Troglodytes troglodytes*) szívesen fészkel a kifordult fák gyökerein lévő gyeptéglákban, illetve a folyóvizek környékén az ugyancsak védett, ritka jégmadár (*Alcedo atthis ispida*) gyakran a gyökértányérba fűrt üregben költ. Előfordulhat, hogy a jégmadár által kialakított üregbe más madárfajok is beköltöznek. Az is megfigyelhető, hogy az érintetlenül hagyott szélöntési területen a növényzet tömegének növekedésével a költőmadarak összetétele fokozatosan változik, idővel a nyílt területekre jellemző, illetve a talajon költő fajok száma jelentősen csökken. A gyökértányérok tehát a zöld erdőben egy olyan „barna oázisnak” tekinthetők, melyek jelentős mértékben hozzájárulnak a fajgazdagság növeléséhez (Schulz, 1998).

Erdőkezelési javaslatok

A természetközeli erdőgazdálkodás szempontjából a gyökértányérok jelenléte az erdőállományban tehát nagy jelentőségű, egyrészt a fajgazdagság növelése, másrészt az erdőállomány stabilitásának fenntartása, a vegyes kor szerkezet biztosítása miatt. További előnyt jelent, hogy a korhadó faanyag lebomlása során fokozatosan felszabaduló ásványi anyagok folyamatos tápa-

anyag-utánpótlást biztosítanak. A lebomló holt faanyag ezentúl hozzájárul a talaj pufferképességének javításához is, csökkenti az elsavanyosodást, illetve megakadályozza a talaj szerkezeti leomlását (Scherzinger, 1996).

Németországban ma már előírások szabályozzák a holtfa érintetlenül hagyását a területen, illetve javaslatot dolgoztak ki ezeknek a nélkülözhetetlen szerkezeti elemeknek a kezelésére az erdők természet-szerű állapotának megőrzése érdekében. A német javaslatok alapján a kis felületű szélöntési területeket érdemes érintetlenül hagyni. Miután a mikroökológiai viszonyok gyors változásával az állatok számára hamar megváltoznak az életfeltételek, ezért célszerű egy időben különböző korú szélöntési területeket meghagyni az erdőállományban, melyek folyamatosan kedvező életfeltételeket biztosítanak a különböző állatfajok számára. A kidőlt fatörzseket óvatosan kell eltávolítani, hogy a talaj és a növényzet minél kisebb mértékben károsodjon. A kifordult gyökértányé-

rokat a törzs eltávolítása után egy biztonságosan az adott helyen kell hagyni, csak a forgalmas turistautak közelében szabad eltávolítani (NABU, 2002).

Irodalom

Fischer, A. 2002: Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf. AFZ – Der Wald 20:1047-1050.

NABU (Naturschutzbund Deutschland) 2002: Pflege, Erhaltung und Bewirtschaftung der Buchenwälder des nordostdeutschen Tieflands. www.nabu.de/naturschutz/buchenwaelder.pdf

Palisaar, J., Poschlod, P. 2001: Bryophyte diversity in cleared and uncleared windthrow gaps and the adjacent forest stands in the Bavarian Forest National Park, SE Germany. *Lindbergia* 26: 46-54.

Peterson, Cb. J., Campbell, J. E. 1993: Microsite differences and temporal change in plant communities of treefall pits and mounds in an old-growth forest. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 120 (4): 451-460.

Schaetzl, R. J., Burns, S. F., Johnson, D. L., Small, T. W. 1989: Tree uprooting: review on impacts on forest ecology. *Vegetatio* 79: 165-176.

Scherzinger, W. 1996: Naturschutz im Wald.

Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Ulmer V., Stuttgart.

Schulz, U. 1998: Ein Beitrag zur Biodiversität im Wald. Aufgeklappte Wurzelsteller. *AFZ-Wald* 20: 1263-1264.

Ulanova, N. G. 2000: The effects of windthrow on forests at different spatial scales: a review. *Forest-Ecology-and-Management*. 135 (1/3): 155-167.

Zusammenfassung

Nach Ergebnissen mehrere Untersuchungen die durch Sturmwurf entstandene Kleinstrukturen, wie unter anderen der aufgeklappte Wurzelsteller, spielen eine wichtige Rolle im natürlichen Waldökosystem. Auf naturbelassenen Sturmflächen tragen die aufgeklappte Wurzelsteller deutlich zur Erhöhung der biologischen Vielfalt der Wälder bei, sie dienen als Mikrohabitat für zahlreiche seltene und geschützte Pflanzen- und Tierarten. In Hinsicht der naturnahen Forstwirtschaft ist es also zu empfehlen diese Strukturen am Stelle zu lassen um die Stabilität und die Biodiversität der Waldbestand zu erhalten.

Könyvismertetés

Török András: Bükkösök erdőfelújítása az égtájjorientált felújítási rendszer tükrében. – Veszprém, 2006, 148. o.

Nem szokványos jelenség, hogy terepi erdész kolléga könyvet ír, nem szokványos, hogy a gyakorlati szakember önálló kutatótevékenységet folytasson. Török András kivételnek számít, mert a problémafelvetéstől az elméleti alaposításig, illetve a gyakorlati megoldásig végigjárta azt a rögzös utat, amelynek eredménye a most napvilágot látott könyvében kerül közreadásra. Talán nem véletlen, hogy a bükkösök felújításával kapcsolatos problémák körbejárására, és egy új módszer kidolgozására a Bakony erdőrengetegében került sor. Igen, a múlt kötelez! Elég csak Roth Gyula és Majer Antal erdészprofesszorok itteni kutatótevékenységére gondolni, melyek ugyan a múltban gyökeresnek, de átívelnek felettünk, s a jövőbe mutatnak. Az irántuk érzett tisztelet a bakonyi erdészekben mostanság is nap, mint nap megnyilvánul.

Mi is hát a szokatlan ebben a könyvben azon túl, hogy a szerzője nem elméleti szakember? Tömören megválaszolva: a probléma megközelítésének módja. Amíg a jelenlegi erdészeti gyakorla-



tunk a „jól bevált” receptek alapján végzi a munkáját, addig Török András szakít ezekkel a hagyományokkal. Arisztotelész követve („... a kezdet a gondolkodás...”) sok szempontból közelítve boncolgatja azt a kérdést, hogy valójában melyek is a jelenlegi bükkös felújítási gyakorlatnak, s a geometriai-műszaki szempontokat hátrébb sorolva, (de nem elejtve), biológiai-ökológiai nézőpontból elemez. Mert a szerzőben a kezdetekkor is ott bujkálhatott Mon-

tagne intenciója („ha a legegyszerűbben hagyatkozunk a Természetre, akkor hagyatkozunk rá a legbőlcsebben”), s a gyakorlati élet éve alatt megtanulta olvasni a Természet nagy könyvét. Ehhez segítséget jelentett az utóbbi évtizedekben sajnálatosan háttérbe szorult erdőtipológia is, amelynek egyféle megreformálását is megteszi a szerző: az eddig statikusnak gondolt erdőtípusoknál észreveszi azt, hogy egy állomány „élete” során is változhatnak azok, s erdeinket csak dinamikusan szabad szemlélni. Ez a most még szokatlan megközelítés eredményezte, hogy Török András fiatal erdőmérnök-hallgatókat is meg tudott fertőzni, s TDK-sként, illetve diplomatervezőként foglalkoztatni. De ez a kutatói együttműködés kevés lett volna a gondolat kiteljesüléséhez és megvalósulásához, ehhez a terepi kollégák támogatása is szükségeltetett.

A könyv megjelenésében is impozáns, a keményfedeles borító, a finom minőségű papír, a nagyon gondosan szerkesztett szöveg, az egész oldalas színes fényképfelvételek, a könnyen értelmezhető, látványos ábrák méltó külsőt kölcsönöznek a nagy precizitással összeállított szövegnek. Köszönet illeti ezért a könyv megjelenését támogató FVM Természeti Erőforrások Főosztályát, a Bakonyerdő Erdészeti és Faipari Zrt.-t mint kiadót.

A könyv használhatóságát növeli, a gyakorlati szakemberek számára a könyv-